

# APPARATUS FOR ELECTRO-CHEMICALLY FORMING AND FINISHING GEARS

Patent number: CH503547  
Publication date: 1971-02-28  
Inventor: WILLIAM ANDREW HAGGERTY (US); CHARLES EVANS FOERTMEYER (US)  
Applicant: CINCINNATI MILACRON INC (US)  
Classification:  
- international: **B23H9/00; B23H9/00; (IPC1-7): B23P1/04; B23F1/00**  
- european: B23H9/00C  
Application number: CH19680014958 19681007  
Priority number(s): US19670684454 19671120

Also published as:

US 3499830 (A1)  
G B1217410 (A)  
F R1587261 (A)  
DE 1800693 (A1)  
S E352832 (B)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CH503547

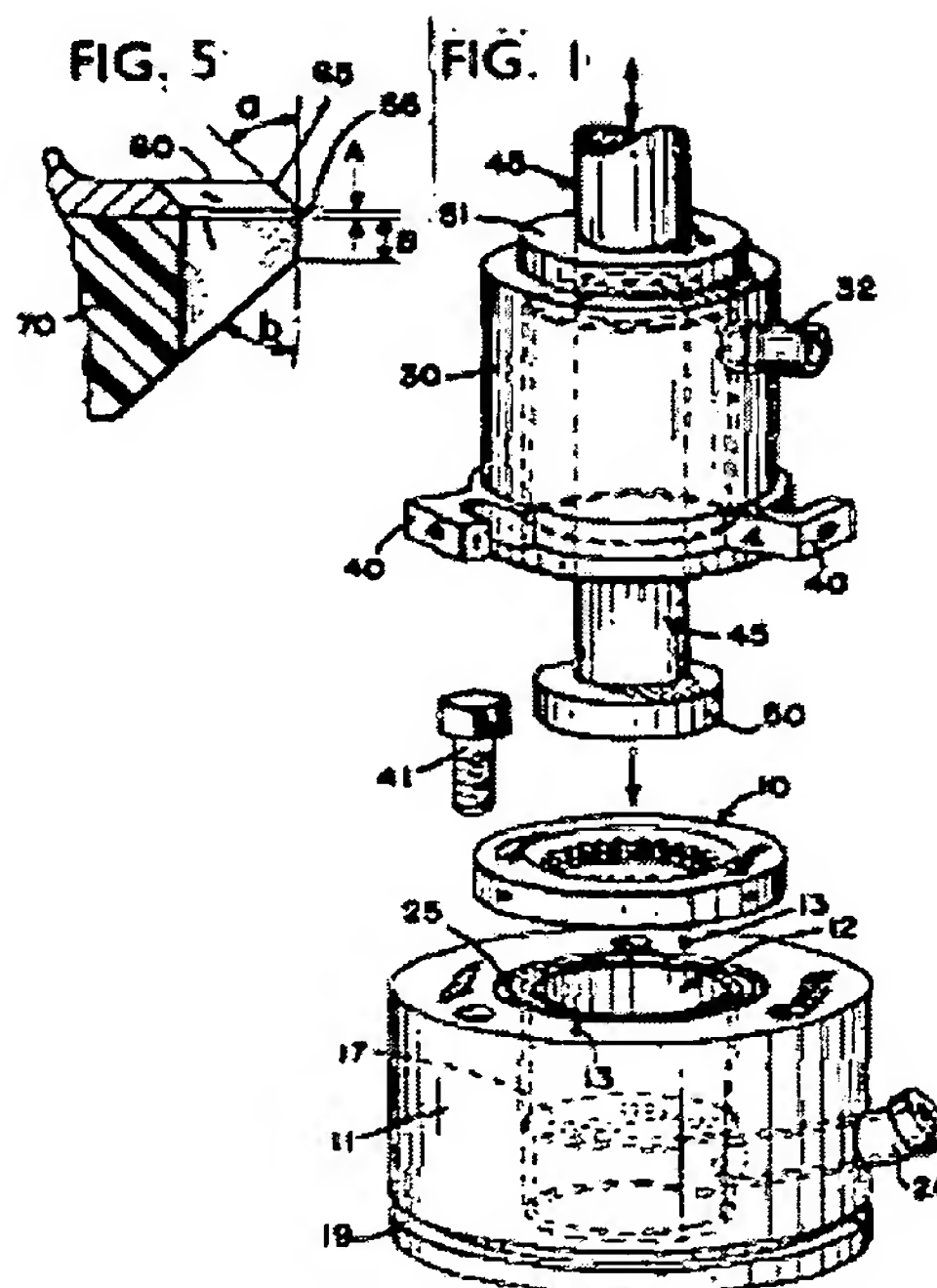
Abstract of corresponding document: **GB1217410**

1,217,410. Electro-machining gears.

CINCINNATI MILACRON Inc. Nov.20, 1968

[Nov.20, 1967] No.55096/68 Heading C7B.

Gears are electro-chemically formed and finished from a conductive workpiece 50, e.g. of steel, in a single operation using a machining tool 10 having a plurality of radially-extending projections for forming the gear teeth which are bounded by a finishing machining surface 55 parallel to the direction of relative advance of the tool and having dimensions and a profile determining the final dimensions and shape of the finished workpiece, a frontal machining surface 60 normal to the finishing surface to form initial openings in the workpiece corresponding generally to the shape of the teeth to be formed, and a tapered machining surface 65 extending between the finishing and frontal surfaces to enlarge the openings as the tool is advanced at constant rate into the workpiece. Preferably insulating resin 70 abuts and is flush with the finishing surface and extends to the rearmost extent of the tool to provide smooth flow of electrolyte over each machining surface and prevent further machining of the workpiece. The axial dimension A of the finishing surface is preferably 0.003 to 0.005 inch. As shown, the tool 10 is mounted on a base member 11, over an O-ring seal in a groove 25 surrounding a cavity 12 therein. Preferably a low pressure head 30, with similar cavity and O-ring seal, is positioned above the tool to maintain back pressure on the electrolyte between the tool and workpiece to ensure its flow, e. g. from inlet pipe 20 to exit pipe 32. A flow plate and filter 17 may be provided in the cavity 12. Both cavities and pipes may be plastic lined. A seal 51 may also be provided between the workpiece holder 45 and the low pressure head 30. A plurality of openings may be provided in the frontal surface 60, Fig. 8 (not shown) as an additional path for electrolyte flow. The electrolyte, e. g.  $\text{NaNO}_3 + \text{NaCl}$  solution, may be passed through a heat exchanger prior to being recirculated into the



BEST AVAILABLE COPY

space between the workpiece and tool. The workpiece may be rotated as it is advanced in to the tool to machine helical gears, Fig.9 (not shown).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft

Eidgenössisches Amt für Geistiges Eigentum

Internationale Klassifikation: B 23 p 1/04  
B 23 f 1/00

Gesuchsnummer: 14958/68  
Anmeldungsdatum: 7. Oktober 1968, 17<sup>h</sup> 4 Uhr  
Priorität: USA, 20. November 1967 (684454)

Patent erteilt: 28. Februar 1971  
Patentschrift veröffentlicht: 15. April 1971

## HAUPTPATENT

Cincinnati Milacron Inc., Cincinnati (Ohio, USA)

## Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern

William Andrew Haggerty und Charles Evans Foertmeyer, Cincinnati (Ohio, USA), sind als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern aus einem vollen Rohling in einem einzigen, ununterbrochenen Arbeitsgang, wobei zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück ein Elektrolyt hindurchgeleitet und eine elektrische Spannung derart angelegt ist, daß das Werkstück in bezug auf das Werkzeug die Anode bildet.

Werkzeugmaschinen zur Durchführung von elektrochemischen Bearbeitungen an elektrisch leitenden Werkstücken der unterschiedlichsten Gestalt sind bereits bekannt. Das Material des Werkstückes kann hierbei eine mehr oder weniger große Härte aufweisen. Bei dieser Art der Bearbeitung von Werkstücken treten jedoch Probleme in bezug auf die abschließende Bearbeitung des Gegenstandes mit sehr genauen Toleranzen auf. Dies hat zur Folge, daß die Einflußgrößen, wie die Spannung, die Vorschubgeschwindigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten und die Temperatur sowie die Gestalt der Elektrode oder des Werkzeuges in engen Toleranzen gehalten werden müssen. Ein Endprodukt mit sehr kleinen Toleranzen kann unter bestimmten Umständen durch vorausgehende Bearbeitung des Werkstückes auf die annähernd endgültige gewünschte Gestalt und daran anschließendes elektrochemisches Bearbeiten durchgeführt werden, wie es in den schweizerischen Patenten Nrn. 495 813 und 475 067 der gleichen Anmelderin beschrieben ist. Die Größe der Abtragung wird bei derartigen Elektroden sehr klein, und deshalb ist die durch die Veränderung der Bearbeitungsparameter bedingte Gesamtwirkung entsprechend gering.

Andererseits ist es häufig von Vorteil, einen Gegenstand aus einem vollen Rohling ohne vorausgehende Bearbeitung desselben herzustellen. Das eine elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug muß deshalb den Rohling im wesentlichen auf die endgültig gewünschte Gestalt bearbeiten und dann eine abschließende Bearbeitung durchführen, bei der die genauen Abmessungen erreicht und eingehalten werden. Diese beiden Arbeitsgänge sollen auf einmal durchgeführt werden. Bisher war es nicht möglich, Gegenstände kom-

2

plizierter Gestalt, wie beispielsweise Zahnräder, in einem einzigen Arbeitsgang herzustellen, da die verschiedenen Oberflächen gleichzeitig hergestellt werden müssen, wobei gleichzeitig sehr kleine Toleranzen eingehalten werden müssen.

Die Schwierigkeiten, die in bezug auf die Anfertigung des Werkstückes auftreten, liegen in der Einhaltung und Aufrechterhaltung der genauen Abmessungen des endgültigen Werkstückes. Versuche mit Werkzeugen, die nur eine sich erweiternde Oberfläche zur Bearbeitung verwickelter Formen, wie beispielsweise innen bzw. außen verzahnter Zahnräder innerhalb entsprechender, von der Industrie akzeptierter Toleranzen aufweisen, waren nicht erfolgreich, da es nicht möglich war, die kritische radiale Abmessung des Abschnittes des Werkzeuges zu steuern, welches die abschließende Bearbeitung durchführt. In der Praxis tauchten diese Schwierigkeiten bei der Steuerung der gewünschten radialen Abmessung einer schrägen, sich erweiternden bzw. verjüngenden Oberfläche mit den erforderlichen kleinen Toleranzen auf, da jede Abweichung des Neigungswinkels in bezug auf die Achse des Werkzeuges oder jede Abweichung der Lage der Achse Fehler in bezug auf die radiale Abmessung hervorriefen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die die vorstehend aufgeführten Probleme und Schwierigkeiten beseitigt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine Mehrzahl von Wirkflächen zur Herstellung des Zahnrades aus dem Rohling in einem einzigen, fortlaufenden Arbeitsgang aufweist:

a) eine den endgültigen Umriss des Zahnrades erzeugende Wirkfläche, die parallel zu der in axialer Richtung stattfindenden Relativbewegung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück verläuft und deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmessungen und die Form des fertigen Zahnrades bestimmen;

b) eine stirnseitige Wirkfläche, die senkrecht zu der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche verläuft und dazu dient, der Form der Zähne entsprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten und

c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges geneigte Wirkfläche zwischen der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche und der stirnseitigen Wirkfläche, wobei das Werkzeug gegenüber dem Werkstück mit konstanter Geschwindigkeit vorschubbbar ist und die stirnseitige Wirkfläche im Werkstück Öffnungen formt, deren Form angenähert der Zahnform des herzustellenden Zahnrades entspricht, und die schräge Wirkfläche die so gebildeten Öffnungen auf die fertige, durch die Wirkfläche bestimmte Größe und Gestalt erweitert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bearbeitung eines vollen Rohlings aus elektrisch leitendem Material zur Herstellung eines Zahnrades in einem einzigen Arbeitsgang,

Fig. 2 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt durch das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, das bereits teilweise in das Werkstück eingedrungen ist,

Fig. 4 eine Teildraufsicht auf das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, wobei die vordere und die schräge Wirkfläche und die Abtragung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück veranschaulicht sind,

Fig. 5 einen Teilschnitt des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges gemäß der Linie 5-5 der Fig. 4, wobei die Abmessungen des Werkzeuges im einzelnen veranschaulicht sind,

Fig. 6 eine Ansicht eines ein Segment des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zahnes, und zwar als Schnitt gemäß der Linie 6-6 der Fig. 4,

Fig. 7 eine Ansicht von unten einer abgewandelten Ausführungsform des Werkzeuges zur elektrochemischen Bearbeitung, das mit zusätzlichem Material zwischen den nach innen vorstehenden Abschnitten desselben ausgerüstet ist, um die stromführende Kapazität des Werkzeuges zu verbessern,

Fig. 8 einen Schnitt gemäß der Linie 8-8 der Fig. 7,

Fig. 9 einen Schnitt einer abgewandelten Ausführungsform der Vorrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung der Figuren 1 und 2, bei der das Werkstück gedreht wird, wenn es in das Werkzeug zur Bildung eines schräg verzahnten oder Schraubenrades vorgeschoben wird,

Fig. 10 einen vergrößerten Querschnitt des elektrochemischen Werkzeuges zur Herstellung von schräg verzahnten oder Schraubenrädern, und zwar in Verbindung mit dem vollständigen Werkstück, das teilweise geschnitten dargestellt ist, nachdem es durch das Werkzeug bearbeitet wurde,

Fig. 11 eine Ansicht zweier Segmente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zähne, wobei die Isolierung in Richtung auf die Relativbewegung des Werkzeuges geneigt ist, um einen Zwischenraum zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug zu bilden, durch den der Elektrolyt strömt, und

Fig. 12 eine Ansicht zweier, die Elemente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges der Fig. 10 bildenden Zähne, wobei beide Seiten der Isolierung geneigt sind, so daß entweder rechts oder links gerichtete, schräg verzahnte Zahnräder hergestellt werden können.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte, die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug 10 ist an einem Basisteil 11 befestigt, das einen Hohlraum 12 aufweist. Ein Paar Richtbolzen 13 stehen über die obere Oberfläche des Basisteils 11 vor und werden von entsprechenden Richtlöchern 14 (Fig. 2 und 3) des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10 aufgenommen, um das Werkzeug an der gewünschten Stelle zu halten und eine Bewegung desselben in bezug auf das Basisteil bei Beginn des Betriebes der Maschine zu verhindern.

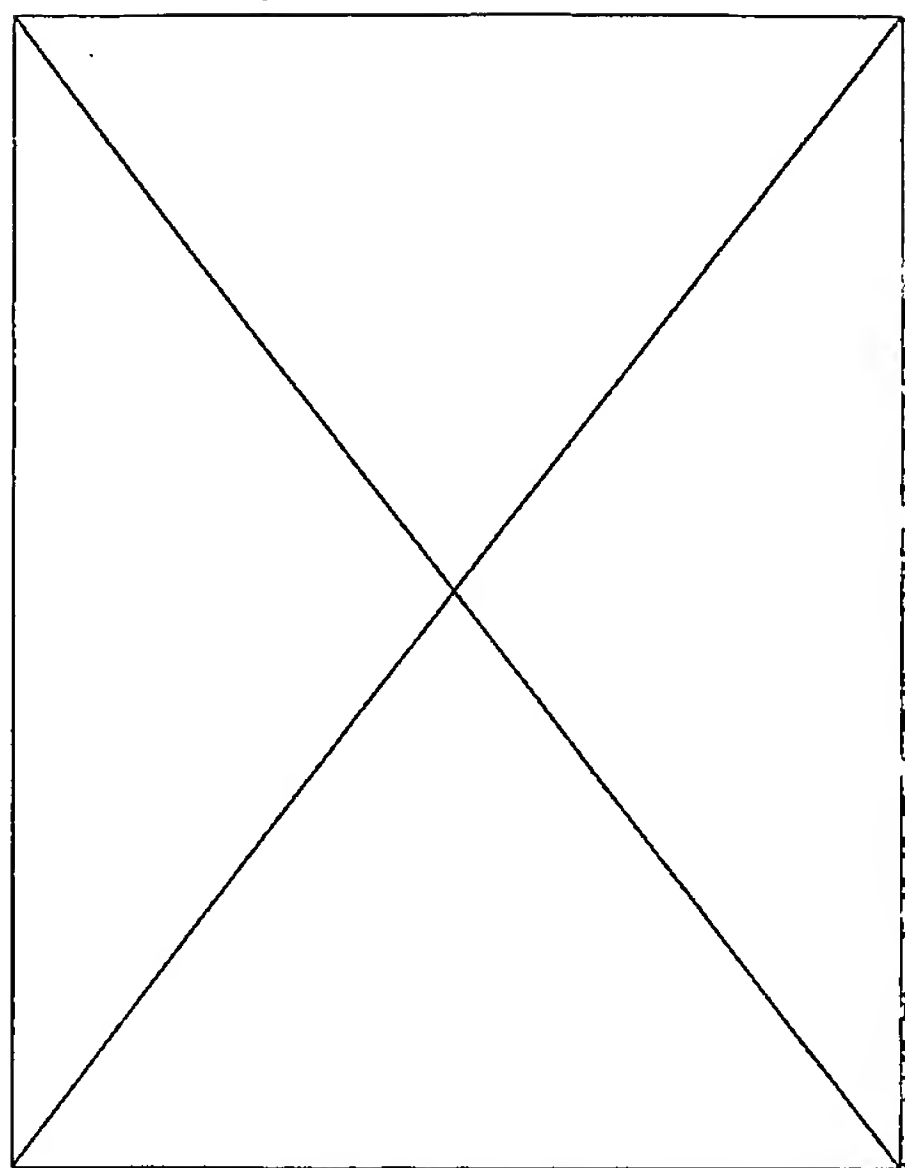
Der Hohlraum 12 in dem Basisteil 11 ist geringfügig größer als die innere Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der äußere Durchmesser des Werkzeuges. Das Basisteil 11, welches aus elektrisch leitendem Material, wie beispielsweise Stahl, hergestellt ist, ist gegen Korrosion durch eine Auskleidung aus Kunststoff geschützt, die darüber hinaus eine Streuung des elektrischen Stromes und damit eine unerwünschte Bearbeitung des Werkstückes verhindert. Die Kunststoffauskleidung ist in zwei Abschnitte 15 und 16 aufgeteilt, wobei eine Strömungsplatte 17 diese beiden Abschnitte voneinander trennt. Die Strömungsplatte dient unter anderem der Verteilung des Elektrolyten, so daß dieser gleichmäßig zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück strömt. Die Strömungsplatte 17 kann außerdem als Filter dienen, um die innere Fläche zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück vor Fremtteilen zu schützen, und dadurch das Auftreten einer unerwünschten elektrischen Leitung, die die endgültig gewünschte Oberfläche des Werkstückes zerstören würde, zu verhindern.

Eine Öffnung 18 im Inneren des Basisteiles 11 gestattet die Strömung des Elektrolyten in den unteren Hohlraum, durch die Strömungsplatte 17 und einen eventuell vorgesehenen Filter 17 in den oberen Hohlraum, von dem aus die Strömung in den Spalt zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück erfolgt. Das Einlaßrohr 20 für den Elektrolyten steht mit der Öffnung 18 in Verbindung und ist außerdem mit einer Auskleidung 21 aus Kunststoff versehen, um eine elektrochemische Bearbeitung in diesem Bereich zu verhindern. Das Basisteil 11 ist weiterhin mit einer Klemmnut 19 versehen, die vollständig um den Umfang desselben verläuft und die der Befestigung an der Maschine dient, die die Bewegung des Werkstückes relativ zu dem Werkzeug 10 durchführt.

Eine Nut 25, die einen O-Ring 26 enthält, umgibt den Hohlraum 12 an der oberen Oberfläche des Basisteils 11. Dieser O-Ring bildet einen dichten Eingriff mit der unteren Oberfläche des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10, um zu verhindern, daß der Elektrolyt zwischen dem Werkzeug und dem Basisteil 11 nach dem Zusammenbau der Vorrichtung auftritt.

Oberhalb des Werkzeuges 10 ist ein Niederdruckkopf 30 angeordnet, der einen Hohlraum 31 mit einem Durchmesser aufweist, der größer ist als der maximale Durchmesser des nicht fertiggestellten Werkstückes und des maximalen Durchmessers der Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der gesamte maximale

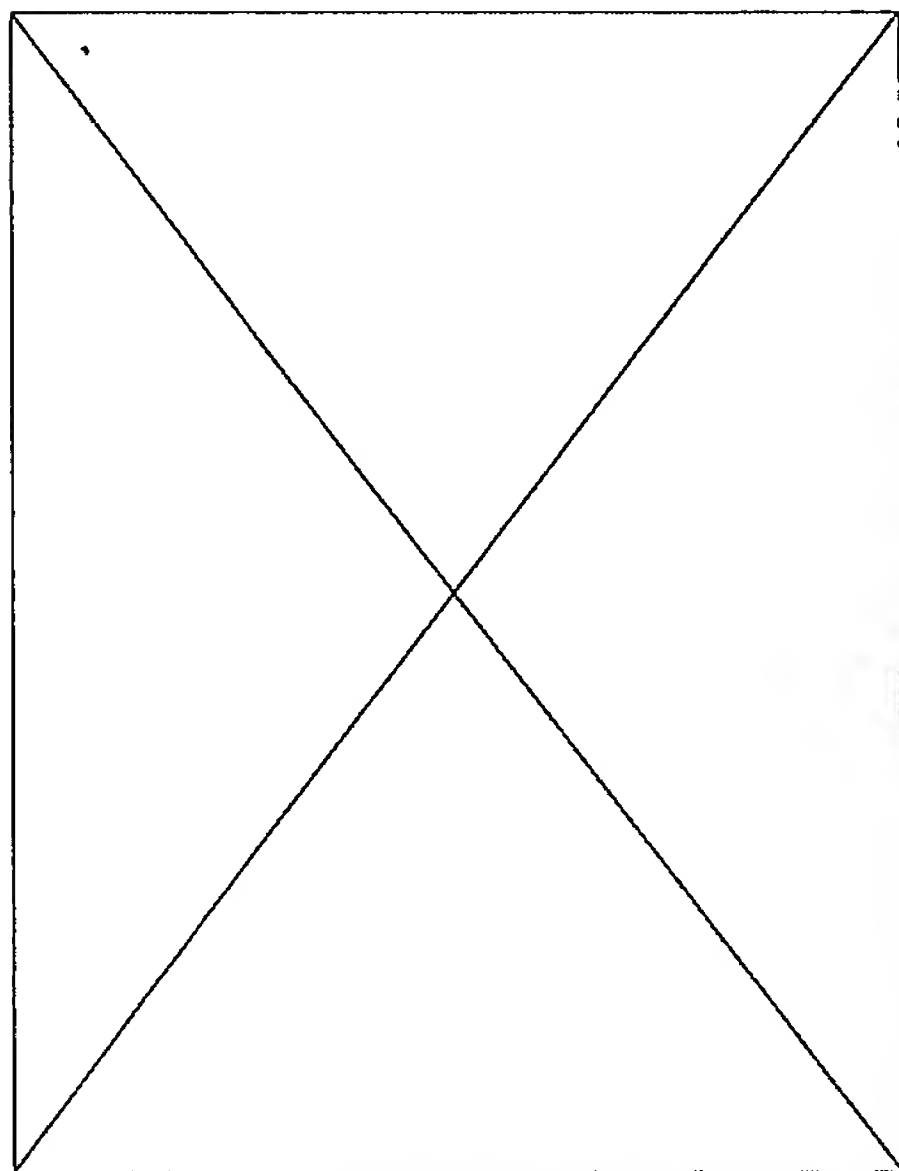




Niederdruckkopf 30  
aus Kunststoff ver-  
arbeitung desselben  
Niederdruckkopf aus  
Material hergestellt sein,  
denen Elektrolyten  
32 für den Elek-  
33 in dem oberen  
die Wand des Nie-  
Niederdruckkopfes  
O-Ring 36 angeord-  
oberen Oberfläche  
durchführenden  
Elektrolyten an einem  
flächen zu hindern,  
baut und in Betrieb  
zwei Niederhalte-  
41 zusammenwir-  
eingeschraubt wer-  
die Ansätze 40 ge-  
schützt, so daß der Niederdruckkopf im Uhrzeigersinn  
derart gedreht werden kann, daß die Ansätze unter die  
Köpfe der Bolzen 41 gelangen, woraufhin eine Befesti-

Darstellung vergrößert dargestellt. Bei dem wirklichen, ausgeführten Werkzeug ist diese Wirkfläche 55 praktisch nicht sichtbar.

Bei der Konstruktion und Anfertigung eines elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges dieser Art ist es wichtig, daß die Abmessungen dieses Werkzeuges mit sehr kleinen Toleranzen eingehalten werden, wenn eine genaue, endgültige Form eines Gegenstandes gewünscht wird. Die die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche 55 legt die endgültigen Abmessungen und die Gestalt des herzustellenden Gegenstandes fest. Die geringe axiale Ausdehnung oder Breite der die endgültige Bearbeitung durchführenden Wirkfläche 55 vermindert die Gesamtabtragung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück und daher auch die Gesamtabweichung der Abtragung, die durch andere Faktoren, wie beispielsweise Schwankungen der Spannung, der Elektrolyttemperatur und der Strömungsgeschwindigkeit, bedingt sind. Die die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche ist zur Bearbeitung des Werkzeuges nicht unbedingt erforderlich, sie ist aber zur genauen Dimensionierung und Gestaltung des Werkstückes erforderlich, da sie in sehr genauer Weise die nach innen gerichteten Abmessungen der schrägen bearbeitenden Wirkfläche 55 festlegt.



ereich und dadurch eine  
leitung des Werkstückes  
die mit der schrägen  
legt die Breite A der die  
hrenden Wirkfläche fest.  
en gerichteten Abschnitt  
verläuft von der die end-  
den Wirkfläche 55 bei-  
und ist daran anschlie-  
des Werkzeuges unter  
erleichtert die Strömung  
on und zwischen den be-  
Werkstückes und dem

Werkzeuges sind die anfangs  
as größer als die endgülti-  
gunges. Eine ebene Fläche  
el zu der vorderen bear-  
bildet, worauf die Isolier-  
Kunstharzes hergestellt  
in die ebene Fläche 71  
arbeitung durchführende

Wirkfläche 55 wird dann auf das gewünschte Maß ge-  
schliffen, wobei nicht nur ein Teil des Metalls, welches  
schließlich die die endgültige Bearbeitung durchfüh-  
rende Wirkfläche bildet, sondern auch ein entsprechen-  
der Teil der Isolierung 70 entfernt wird, so daß diese  
ohne Absatz in die die endgültige Bearbeitung durchfüh-  
rende Wirkfläche übergeht. Danach wird die schräge  
Oberfläche 65 durch Bearbeitung der die endgültige Be-  
arbeitung durchführenden Wirkfläche unter einem be-  
stimmten Winkel ausgebildet.

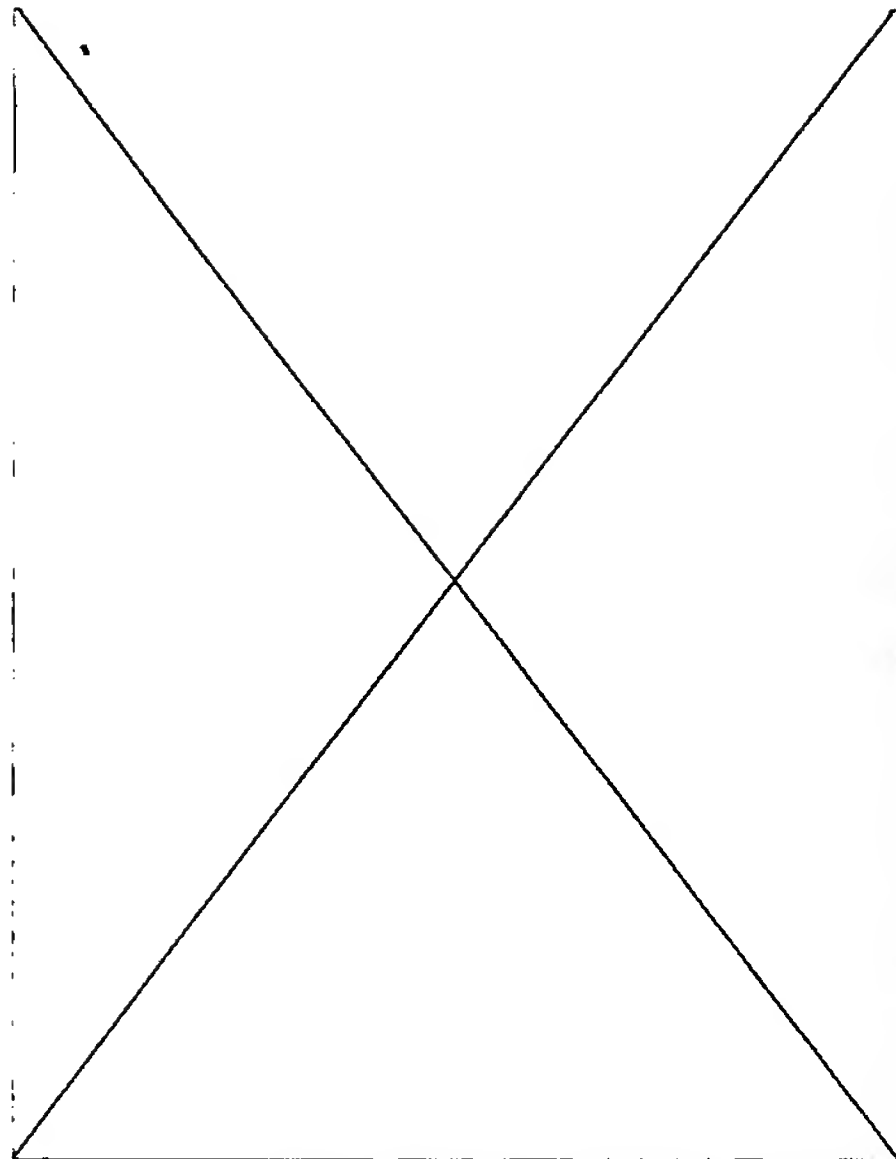
Bei dem zur Herstellung der Isolation 70 verwende-  
ten Material handelt es sich um eines, das den gleichen  
Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Ma-  
terial des Werkzeuges. Außerdem ist das Material der  
Isolation nicht porös, widerstandsfähig gegen die Auf-  
nahme von Feuchtigkeit, um auf diese Weise eine Lei-  
tung des elektrischen Stromes durch die Isolierung zum  
Werkstück zu verhindern und in bezug auf den Elektro-  
lyten, der durch den Raum zwischen dem Werkzeug und  
dem Werkstück strömt, verhältnismäßig chemisch neu-  
tral. Ein Material, welches zur Isolierung verwendet  
wurde, ist ein Gießharz mit der Bezeichnung «RP-3260»

die die zwischen den Zähnen liegenden Abschnitte des  
Zahnades in dem Werkstück 50 ausbilden. Da die  
stirnseitige Wirkfläche 50 senkrecht zur Bewegungsrich-  
tung des Werkstückes in bezug auf das Werkstück ver-  
läuft und da verschiedene bearbeitende Bereiche vorge-  
sehen sind, durch die eine unterschiedliche Mengenströ-  
mung des Elektrolyten über die verschiedenen stirnsei-  
tigen Wirkflächen bedingt ist, ist die Vorschubgeschwin-  
digkeit des Werkzeuges in das Werkstück zwangsläufig  
begrenzt. Weiterhin ist die Vorschubgeschwindigkeit ge-  
ringer als die mögliche Vorschubgeschwindigkeit bei  
Werkzeugen, die Gegenstände der beiden vorstehend er-  
wähnten Patentanmeldungen sind und bei denen das  
Werkstück bereits vorausgehend bearbeitet wurde und  
daher nur noch durch die schräge Wirkfläche bearbeitet  
wird. Die stirnseitige Wirkfläche 60 bildet jedoch die  
Öffnung oder eine Anzahl von Öffnungen in dem vollen  
Rohling 50 aus.

Danach vergrößert die schräge Wirkfläche 65 die  
Öffnung auf die gewünschte, endgültige Form und Ge-  
stalt. Wie bereits vorstehend erwähnt, wird die schräge  
Wirkfläche so kurz wie möglich gehalten, um eine an-  
gemessene und gleichmäßige Strömung des Elektrolyten  
zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück sicherzu-  
stellen. Die die endgültige Bearbeitung durchführende  
Wirkfläche 55 legt die endgültige Gestalt und Abmes-  
sung des Werkstückes fest.

In den Fig. 7 und 8 ist eine andere Ausführungsform  
der Erfindung veranschaulicht. Fig. 7 zeigt eine Ansicht  
eines elektrochemische Bearbeitung durchführenden  
Werkzeuges von unten, wobei die Isolierung zur  
Darstellung der verbesserten Konstruktionsmerkmale  
des Werkzeuges teilweise weggelassen wurde. Fig. 8  
zeigt einen Querschnitt einer einzelnen, nach innen ver-  
laufenden Rippe. Jede der nach innen verlaufenden oder  
vorstehenden Rippen 75 ist mit einem Steg 76 versehen  
der eine Verlängerung des Körpers des Werkzeuges bil-  
det. Hierdurch wird ein größerer Bereich zur Verfügung  
gestellt, durch den der elektrische Strom fließen kann  
damit das Werkzeug, bedingt durch den verminderter  
Abfall von  $I^2R$ , kühler bleibt, da der Widerstand des  
Werkzeuges geringer wird. Die Stege 76 verbessern au-  
ßerdem die mechanische Stabilität des Werkzeuges.

Der Elektrolyt wird dem Hohlraum 12 in dem Ba-



ereintreten in den  
nd dem Werkstück  
ktrolyt auch vor Be-  
stung erwärmt und  
Temperatur gehal-

rolyten im Bereich  
Werkstück zu verhin-  
Austrittsleitung 32  
besonderen Ausführ-  
ck 3,5 kg/cm<sup>2</sup>. Be-  
eringen Druck kann  
Material hergestellt  
n Material kann es  
er dergleichen, aber  
ll handeln.

stellte Ausführungs-  
n Öffnungen in der  
euges auf, und jede  
ßeren Bereich des  
Weg für den Elek-  
schnitt der vorderen  
en Bearbeitungsbe-

ten durch diese Öffnungen sind größere Vorschubge-  
schwindigkeiten möglich, da die Strömungscharakteristi-  
ken des Elektrolyten verbessert und die Möglichkeit von  
Kavitation vermindert sind. In Fig. 8 sind diese Öffnun-  
gen durch Bohren einer Anzahl verhältnismäßig kleiner  
Löcher 77 gebildet, die senkrecht zur stirnseitigen Wirk-  
fläche verlaufen, wobei ein Loch in jedem radial verlau-  
fenden, einen Zahn bildenden Mittel ausgebildet ist.  
Eine entsprechende Anzahl von Löchern 78, die radial  
durch den Körper des Werkzeuges zu dem außen ge-  
legenen Umfangsbereich verlaufen, stehen mit den Lö-  
chern 77 im Inneren des Werkzeuges in Verbindung. Es  
ist auch möglich, die Löcher derart diagonal verlaufend  
anzuordnen, daß sie von der stirnseitigen Wirkfläche  
zum Außenbereich des Körpers des Werkzeuges verlau-  
fen.

Wenn ein derartiges Werkzeug in Verbindung mit  
der Vorrichtung der Fig. 1 verwendet wird, strömt ein  
Teil des Elektrolyten durch die Löcher 78 nach außen  
und nicht in den Hohlraum 31. Es hat sich jedoch her-  
ausgestellt, daß das Volumen des Elektrolyten, das  
durch diese Löcher strömt, nicht groß genug ist, um

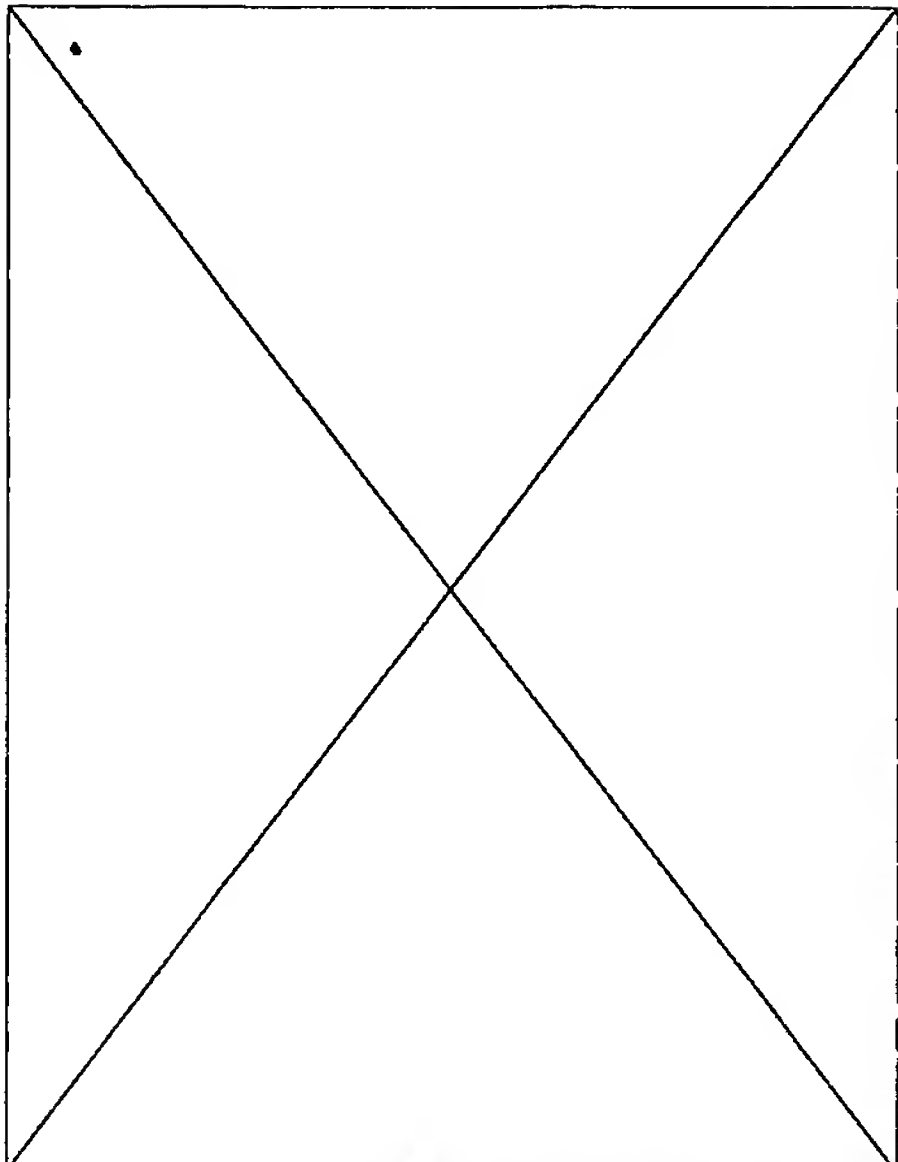
schraubenförmiger Zahnräder mit Hilfe der elektroche-  
mischen Bearbeitung, ausgehend von einem vollen Roh-  
ling in einem einzigen Arbeitsgang, wobei das Werk-  
stück während des Vorschubes in das Werkzeug gedreht  
wird.

Aus Fig. 9 ist zu entnehmen, daß der Werkstückhal-  
ter 45 an einer Abstützung 80 drehbar befestigt ist, die  
das Werkstück 50 im wesentlichen mit konstanter Ge-  
schwindigkeit in und durch das die elektrochemische Be-  
arbeitung durchführende Werkzeug 10 vorschiebt. Der  
Werkstückhalter 45 ist an einer Lagereinheit 85 mit  
Hilfe von Schrauben 86 über einen Flansch 87 befestigt.  
Die Einzelheiten dieser Lagereinheit 85 bilden keinen  
Teil der vorliegenden Erfindung. Die Lagereinheit ist  
derart konstruiert, daß der Werkstückhalter 45 nur um  
seine Achse drehbar und nicht axial oder seitlich mit  
dem Werkstückhalter 45 relativ zur Abstützung 80  
während des Betriebs drehbar ist.

Eine am Niederdruckkopf 30 befestigte Büchse 90  
umgibt den Werkstückhalter 45 und ist mit einem  
schraubenförmigen Schlitz 91 versehen, in dem ein Bol-  
zen 92 verschiebbar angeordnet ist, der wiederum über  
den Werkstückhalter 45 nach außen vorsteht. Bei Be-  
wegung des Werkstückhalters 45 nach unten wirkt der  
Bolzen 92 zusammen mit dem Schlitz 91 derart, daß der  
Werkstückhalter und damit das Werkstück 50 in bezug  
auf das Werkzeug 10 gedreht werden.

Das Werkzeug 10 ist im Querschnitt in Fig. 10 dar-  
gestellt und entspricht im wesentlichen dem Werkzeug  
der Fig. 3. Das fertiggestellte Zahnrad weist eine  
Schrägverzahnung auf, deren Winkel durch den Winkel  
des Schlitzes 91 in der Büchse 90 festgelegt ist. Die be-  
arbeitenden Wirkflächen des Werkzeuges 10 entspre-  
chen denjenigen, die bereits beschrieben wurden. Um je-  
doch die relative Drehbewegung zwischen den bearbei-  
tenden Zähnen an dem Werkstück und dem Werkzeug  
zu berücksichtigen, ist die Isolierung 70 gegen die Dreh-  
achse unter einem Winkel  $t$  geneigt, der etwas größer ist  
als der Schrägverzahnungswinkel des hergestellten Zahn-  
rades, und zwar, um eine Strömung des Elektrolyten  
zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug über sämt-  
liche bearbeitenden Wirkflächen zu erlauben.

Wie in Fig. 11 veranschaulicht, ist die Isolierung 70  
nur an der Seite des nach innen verlaufenden, den Zahn  
bildenden Abschnittes des Werkzeuges, die sonst das



Oberflächen den voraus-  
wobei aber der Winkel,  
gt ist, eingeschränkt ist,  
ersten Bereich des Werk-  
also eine Schrägverzäh-  
winkel hergestellt werden  
nach Fig. 11 vorzuzie-

#### PRUCH

nischen Herstellung von  
ohling in einem einzigen,  
wobei zwischen dem  
ein Elektrolyt hindurch-  
pannung derart angelegt  
g auf das Werkzeug die  
zeichnet, daß das Werk-  
Wirkflächen (55, 65, 60)  
es aus dem Rohling in  
beitsgang aufweist:

riß des Zahnrades erzeug-  
parallel zu der in axialer  
bewegung zwischen dem

werkzeug (10) und dem werkstück (50) verläuft und  
deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmes-  
sungen und die Form des fertigen Zahnrades bestim-  
men,

b) eine stirnseitige Wirkfläche (60), die senkrecht zu  
der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche  
(55) verläuft und dazu dient, der Form der Zähne ent-  
sprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten, und

c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges ge-

(31) zur Erzeugung eines Gegendrucks zwecks Vermeidung von Kavitation des Elektrolyten im Raum zwischen Werkzeug und Werkstück.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächen zur Herstellung der Zähne des Werkstückes (50) auf der äußeren Peripherie des Werkzeuges (10) angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch oder Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächen zur Herstellung der Zähne des Werkstückes (50) auf einer inneren Peripherie des Werkzeuges (10) angeordnet sind.

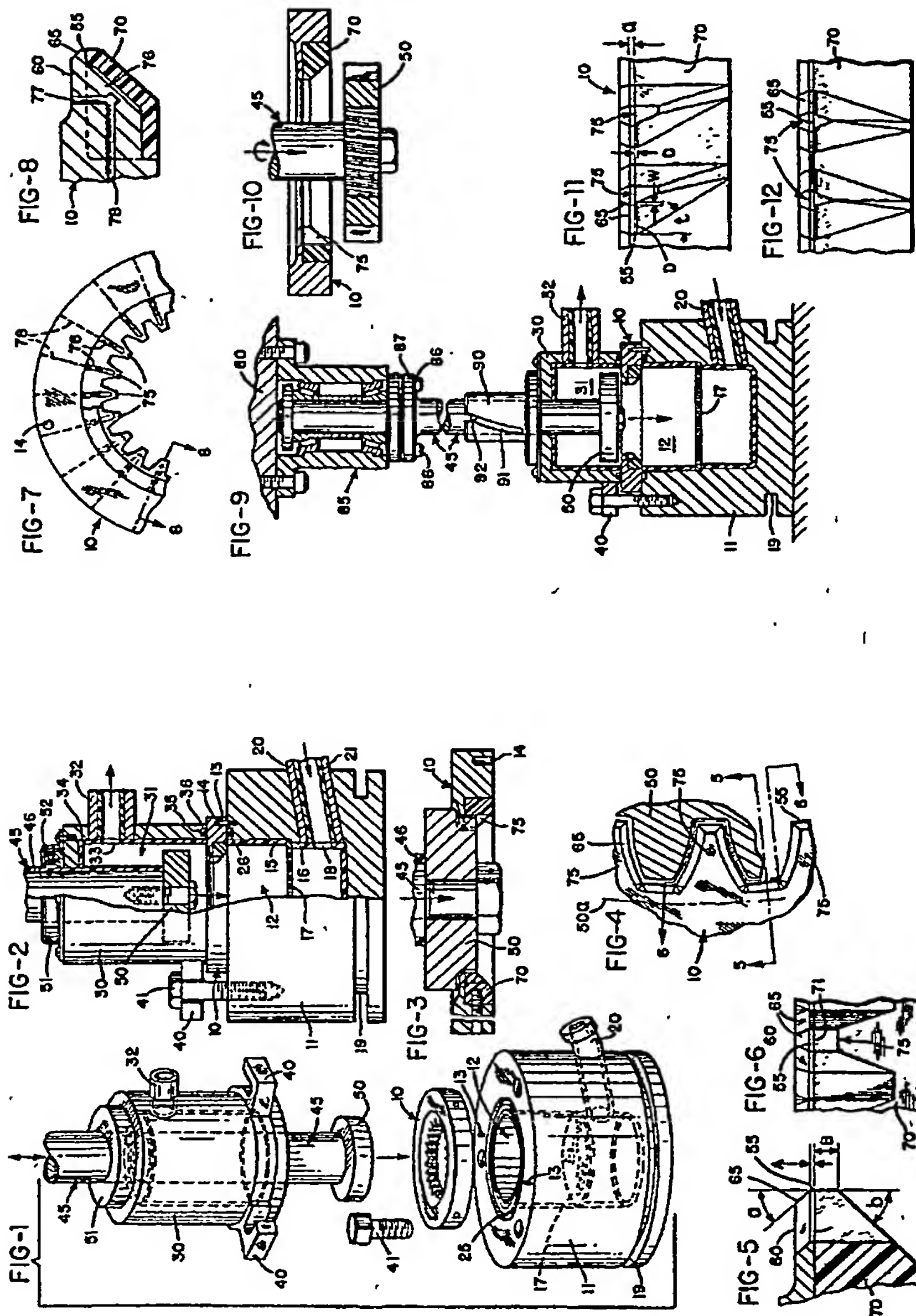
6. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das in bezug auf das Werkzeug (10) mit Hilfe eines Werkstückhalters (45) vorschiebbar angeordnete Werkstück (50) drehbar angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Werkzeughalter (45) ein Stif (92) angeordnet ist, der in einem ortsfesten, schräg verlaufenden Schlitz (91) geführt ist.

8. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (50) im Uhrzeigersinn drehbar ist.

9. Vorrichtung nach den Unteransprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (70) wenigstens hinter einer der beiden, die Zahnflanken erzeugenden Partien der Wirkfläche (55) bis zum unteren Ende des Werkzeuges (10) unter einem Winkel ( $\alpha$ ) verläuft, der größer ist als der Schrägverzahnungs- oder Schraubewinkel des herzustellenden Zahnrades (50) (Fig. 9 bis 12).





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**